

(19) 日本国特許序 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-92702

(43) 公開日 平成10年(1998)4月10日

(51) Int. Cl. 6
H01L 21/02
// H05H 3/00

識別記号

F I
H01L 21/02
H05H 3/00

B

審査請求 有 請求項の数 7 FD (全5頁)

(21) 出願番号 特願平8-268028

(22) 出願日 平成8年(1996)9月18日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成8年4月19日発行の日刊工業新聞に掲載

(71) 出願人 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(72) 発明者 高木 秀樹

茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内

(72) 発明者 前田 龍太郎

茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内

(72) 発明者 菊池 薫

茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内

(74) 指定代理人 工業技術院機械技術研究所長

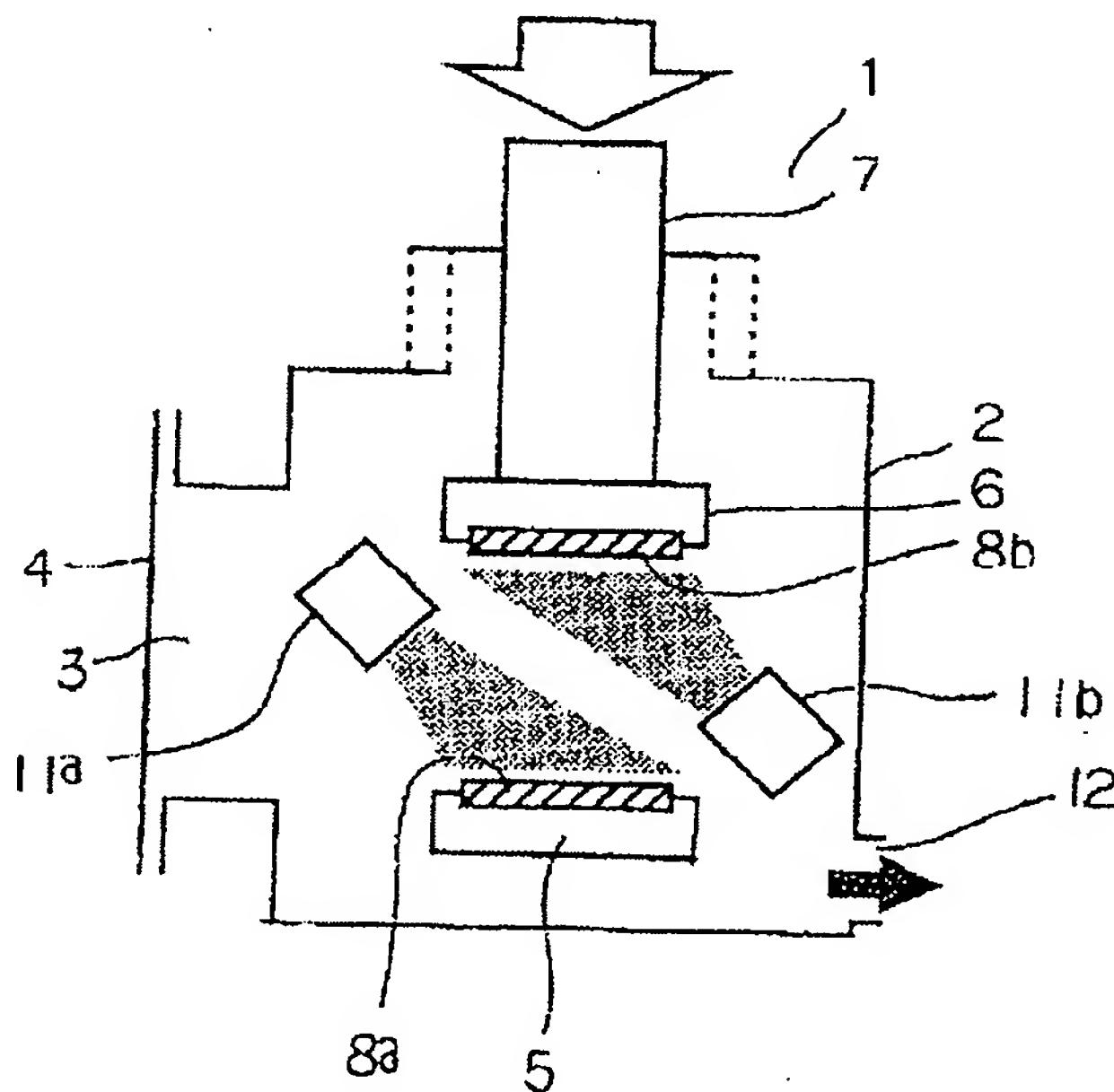
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】シリコンウェハーの常温接合法

(57) 【要約】

【課題】大きな接合強度を持ち、かつ荷重による押し付けや加熱処理を必要としないシリコンウェハーの接合法を得ること。

【解決手段】シリコンウェハーとシリコンウェハーとを接合する方法であって、両方のシリコンウェハーの接合面を接合に先立って室温の真空中での不活性ガスイオンビームまたは不活性ガス高速原子ビームで10秒から1800秒照射してスパッタエシチングする



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】シリコンウェハーとシリコンウェハーとを接合する方法であって、両方のシリコンウェハーの接合面を接合に先立って室温の真空中で不活性ガスイオンビームまたは不活性ガス高速原子ビームで照射してスパッタエッチングすることを特徴とするシリコンウェハーの常温接合法

【請求項2】前記照射の照射時間は10秒から1800秒であることを特徴とする請求項1記載のシリコンウェハーの常温接合法

【請求項3】前記照射の照射時間は10秒から30秒であることを特徴とする請求項1記載のシリコンウェハーの常温接合法

【請求項4】前記不活性ガスイオンビームまたは不活性ガス高速原子ビームのビームソースの印加電圧は0.1～3kVであることを特徴とする請求項1記載のシリコンウェハーの常温接合法

【請求項5】前記スパッタエッチングのエッチング量は1nm～40nmであることを特徴とする請求項1記載のシリコンウェハーの常温接合法

【請求項6】前記真空は 10^{-3} torr以上であることを特徴とする請求項1記載のシリコンウェハーの常温接合法

【請求項7】シリコンウェハーとシリコンウェハーとを接合する方法であって、両方のシリコンウェハーの接合面を室温の 10^{-3} torr以上の真空中でそれぞれのビームソースの印加電圧とプラズマ電流が1.2kV及び20mAの不活性ガスイオンビームまたは不活性ガス高速原子ビームで照射時間10秒から1800秒照射し、しかる後に重ね合わせることを特徴とするシリコンウェハーの常温接合法

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、シリコンウェハーの接合法に関するものである。この技術は半導体の微細加工技術により作成した電子部品及び機械部品の組み立て及び封止に利用することが出来る。

【0002】

【従来の技術】集積回路のチップやマイクロマシン用の部品等の製造において、シリコンからなる微細部品を接合する必要がある場合がある。このような場合、従来の接合方法としては図7に示すように、シリコン部品の接合面をH₂O₂+H₂SO₄などの水溶性薬品を使用して親水化処理して、水酸基を付与し、その接合面の水酸基及び水分子間の結合をもとに接合させ、さらに、加熱処理により接合強度を高めている(Siウェハーの直接接着技術(応用物理60(1991), 790)参照)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしこの従来の接合

方法では、ウェハーの表面に水酸基を付与することにより、接合時の結合力を得ているため、この段階での強度が小さく、熱処理により、水素結合による結合をより強固な結合に変える必要があり、このため加熱処理が必要であった。しかし、これらの加熱処理は微細加工された部品を破損させる恐れがあるために、適用が制限されることがあった。また接合時に押し付荷重や静電引力などによる接合面での接觸の促進が必要となりる接合法は、同様に微細加工した部品の破損の可能性から適用が制限される。このようなことから、荷重による押し付けや加熱処理を必要としないシリコンウェハーの接合技術の開発が望まれている。この発明は上記のごとき事情に鑑みてなされたものであって、大きな接合強度を持ち、かつ荷重による押し付けや加熱処理を必要としないシリコンウェハーの接合方法を提供することを目的とするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】この目的に対応して、この発明のシリコンウェハーの常温接合法は、シリコンウェハーとシリコンウェハーとを接合する方法であって、両方のシリコンウェハーの接合面を接合に先立って室温の真空中で不活性ガスイオンビームまたは不活性ガス高速原子ビームで照射してスパッタエッチングすることを特徴としている。

【0005】

【発明の実施の形態】以下、この発明の詳細を一実施の形態を示す図面について説明する。まずこの発明のウェハー接合方法で使用するウェハー接合装置について説明する。図1において、1はウェハー接合装置である。ウェハー接合装置1は真空チャンバー2を有する。真空チャンバー2のウェハー出入り口3は扉4によって開閉可能である。真空チャンバー2内には対向して位置する一対のウェハー保持部材5、6が配置されている。一方のウェハー保持部材5は真空チャンバー2内に固定されており、他方のウェハー保持部材6はブッシュロッド7の下端に取り付けられている。ブッシュロッド7は真空チャンバー2の気密を保った状態で直線移動可能で、保持した他方のウェハー8bを一方のウェハー保持部材5に保持された他方のウェハー8aに接觸させることが出来る。

【0006】さらに真空チャンバー2内には二つのビーム照射装置11a、11bが配置されている。一方のビーム照射装置11aは一方のハウエハー8aを照射するためのものであり、他方のビーム照射装置11bは他方のウェハー8bを照射するためのものである。それぞれのウェハーに対する照射角度は可変である。真空チャンバー2の真空は真空排気口12を通して、真空ポンプ(図示せず)によって形成される。

【0007】この様に構成されたウェハー接合装置1を使用して、この発明のウェハー接合方法は次のようにな

される。まず接合されるウェハー8a、8bの接合面を洗浄する。洗浄操作の内容は従来のウェハー接合技術で使用されている処理と同じものである。洗浄、乾燥後のウェハー8a、8bを真空チャンバー2内に設置し、一对のウェハー保持部材5、6に取り付ける。次に真空チャンバー2内を減圧する。減圧の程度は 10^{-1} torr以上である。次に両方のウェハー8a、8bの接合面を室温で不活性ガスイオンビームまたは不活性ガス高速原子ビームで10秒から1800秒、特に好ましくは10秒から30秒照射してスパッタエッチングをする。この発明ではこの照射時間が極めて重要な意義を有する。この高圧不活性ガスイオンビームまたは不活性ガス高速原子ビームのビームソースの印加電圧とプラズマ電流は、使用するビーム源にかなり依存するが、例えば0.1～3.0kV及び1～50mAである。スパッタエッチングのエッチング量は1nm～40nmである。次に照射の後にブッシュロッド7を下げてウェハー8a、8bの接合面を重ね合わせる。この発明では重ね合わせた両ウェハーを加圧することは重要な要素ではない。これによってシリコンウェハーの接合は完了する。

【0008】

【実験例】

(実験設備) 図3に示すような試料を約 $20\Omega\text{cm}$ の4インチN型シリコンウェハーからダイヤモンドソーで切り出して使用した。試料は段付きのプラットフォーム形状に整形して接着に対するエッジの影響をなくした。この形状は熱酸素膜をマスクとしてKOHエッチングによって行なった。エッチングの後、この試料を接合に先立つて洗浄した。洗浄操作の内容は従来のウェハー接合技術で使用されている親水化処理と同じものである。試料を図2に示す真空装置に設置し、真空装置内を 1×10^{-1} torrに減圧し、かかる後にFAB110(Ion Tech Ltd. 社(英國)製)を2基ビームソースとして使用してアルゴン高速原子ビームを発生させて試料の接合面を照射した。それぞれのビームソースの印加電圧とプラズマ電流は1.2kV及び20mAであった。ビーム照射角度は45°、照射時間は10秒から1800秒まで変化させた。

【0009】(実験結果) 図4は引っ張り試験の結果を示す図表である。試料を真空雰囲気中に数時間おいても、それだけでは両者は接合しないが、わずか10秒でもアルゴンビームを照射した場合には両者は接合する。最大接着強度のものは30秒間の照射のものであった。照射時間と接着強度の関係では、照射時間が30秒をこえると300秒照射のものまでは接着強度に大きな差はない。300秒をこえるとむしろ接合強度は低下する。この接合強度は従来法の900～1100°Cの加熱を必要とする湿式法での接合強度とほとんど同じである。接

合の際には荷重の付加は必要ない。付加する荷重と接合強度の関係を図5に示す。図5から明らかなように接合強度は荷重0.025MPa～1.8MPaの範囲でほとんど変化がなく、この値は従来法の1100°Cの加熱を必要とする湿式法で得られる接合強度とほとんど同じである。このことから荷重の付加は本方法の接合強度には大きな要素ではないことが明らかである。

【0010】

【発明の効果】この発明のシリコンウェハーの接合方法ではウェハーの表面に存在する吸着ガスや自然酸化膜などを真空中でウェハー表面をアルゴンなどの不活性ガスビームでエッチングすることにより除去し、表面に接合するための結合力を付与し、ウェハーの表面が非常に平滑であることをを利用して、これを真空中で重ね合わせることにより、ウェハー同志を無加熱、無加圧で接合することが出来る。この発明のウェハーの接合方法では、図6に示すように、シリコンウェハーの接合面はアルゴンなどの不活性ガスビームでエッチングするため、表面に水分子や酸化膜が存在せず、ウェハーの原子間の接合が形成されるため、常温で強固な接合を形成することが出来る。このため荷重による押し付けや加熱処理が破損の原因となりうる微細加工された部品の接合にも適用することが出来る。以上の説明から明らかに、この発明によれば、大きな接合強度を持ち、かつ荷重による押し付けや加熱処理を必要としないシリコンウェハーの接合方法を得ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】シリコンウェハー接合装置を示す構成説明図

【図2】シリコンウェハー接合の実験装置を示す構成説明図

【図3】試料を示す図

【図4】引っ張り試験の結果を示す図表

【図5】付加する荷重と接合強度との関係を示す図表

【図6】この発明のシリコンウェハーの接合の原理を示す説明図

【図7】従来のシリコンウェハーの接合の原理を示す説明図

【符号の説明】

1 ウェハー接合装置

2 真空チャンバー

3 ウェハー出し入れ口

4 扇

5、6 一对のウェハー保持部材

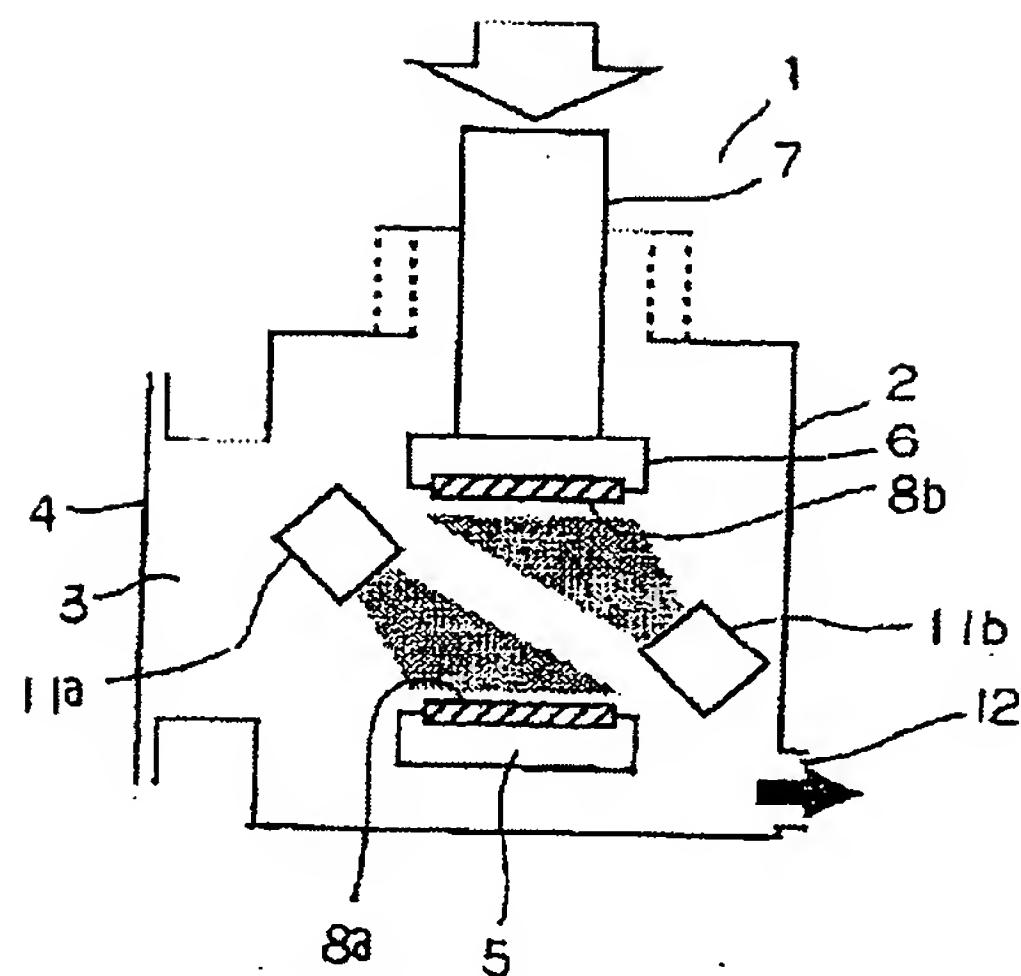
7 ブッシュロッド

8a、8b ウェハー

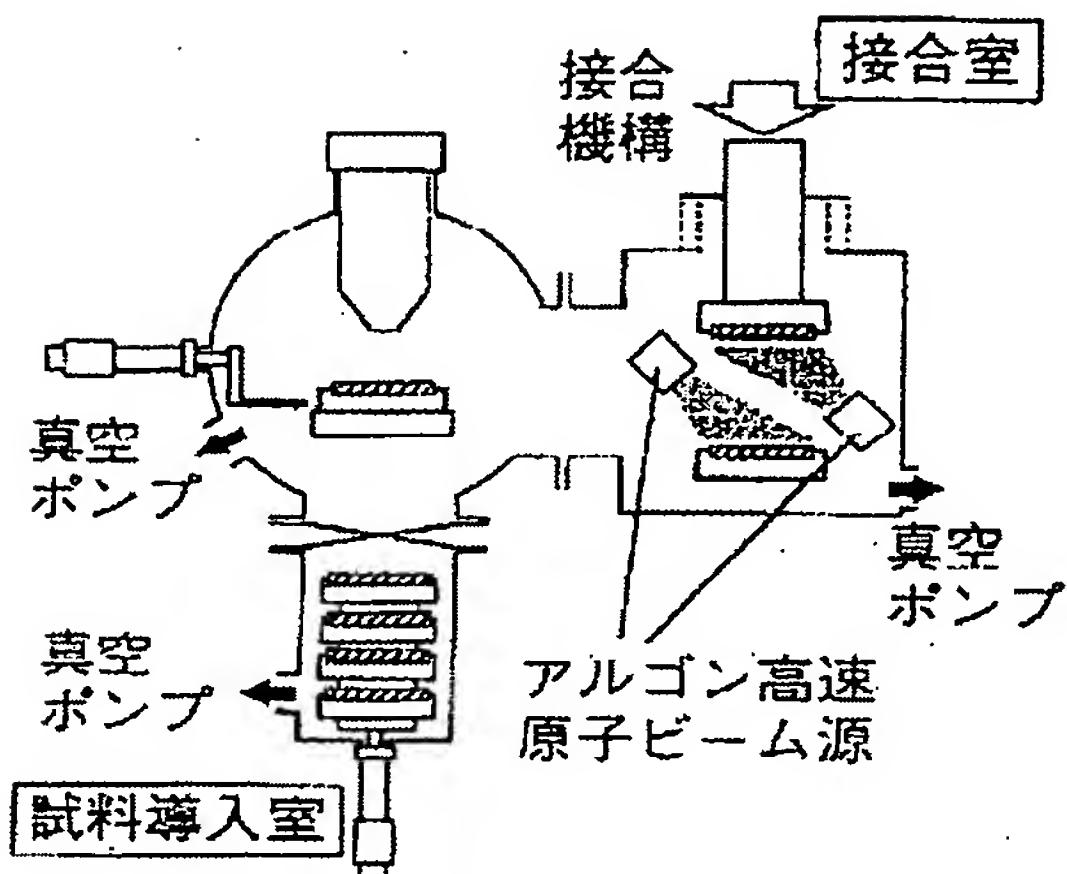
11a、11b ビーム照射装置

12 真空排気口

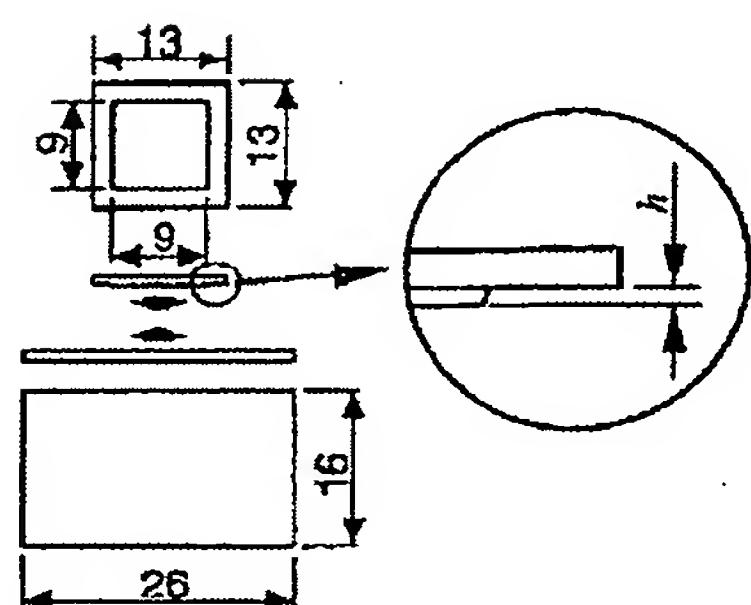
【図 1】



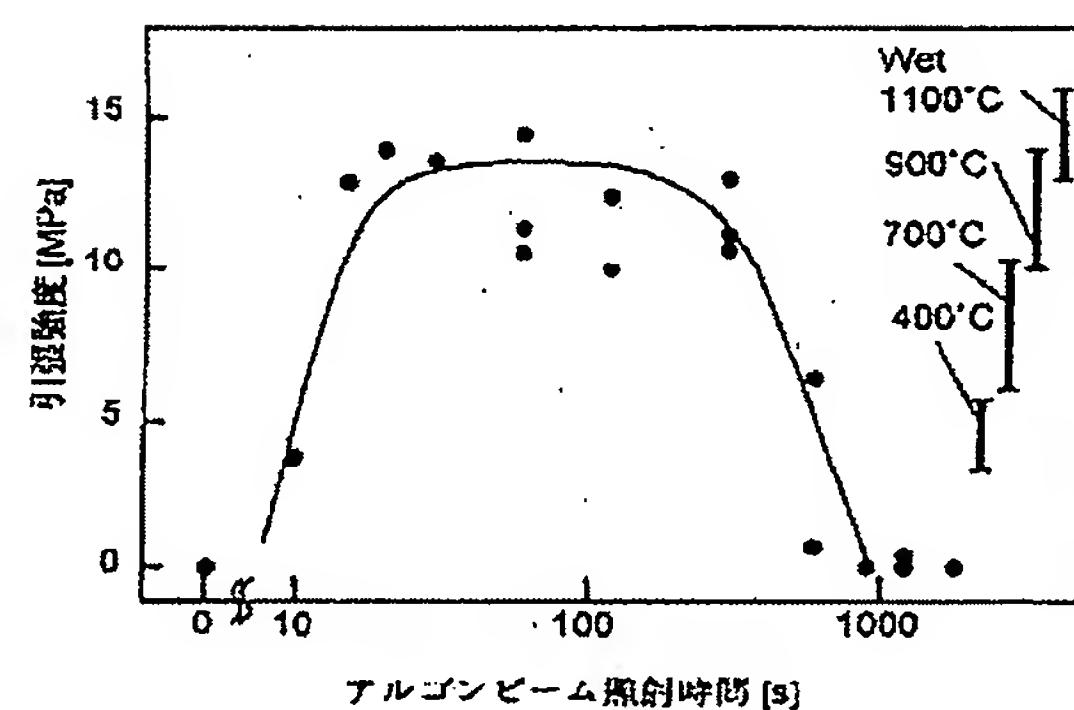
【図 2】



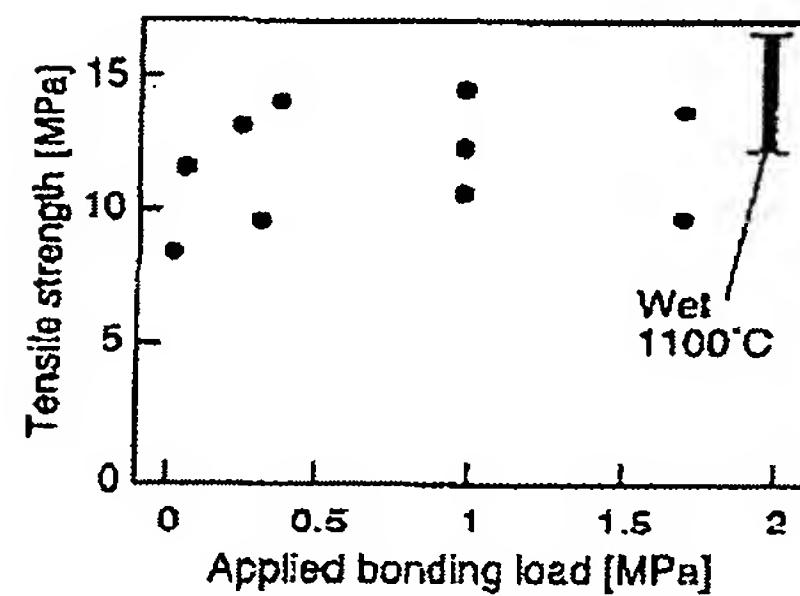
【図 3】



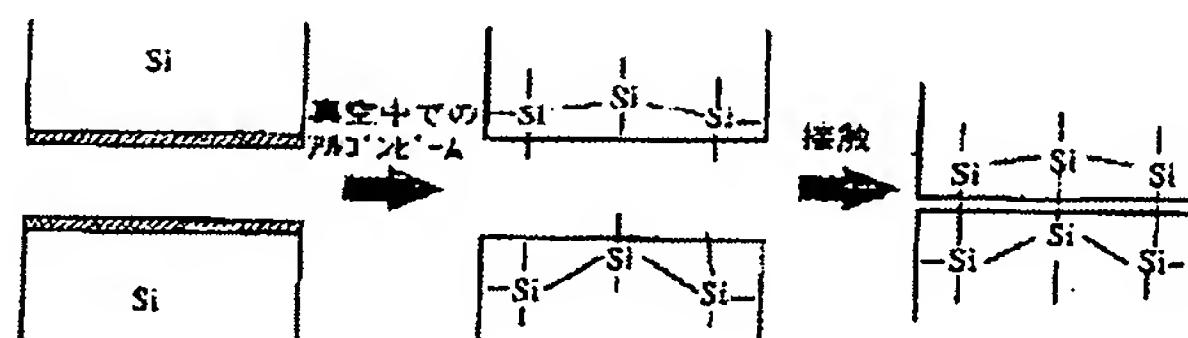
【図 4】



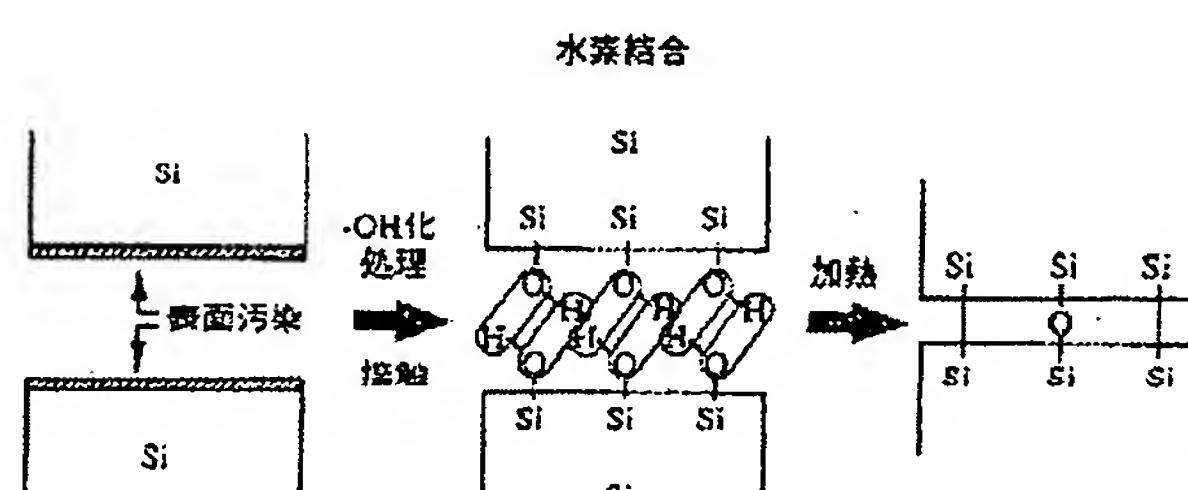
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72) 発明者 須賀 唯知
東京都目黒区駒場四丁目6番1号 東京大
学先端科学技術研究センター内

(72) 発明者 鄭 澤龍
東京都目黒区駒場四丁目6番1号 東京大
学先端科学技術研究センター内

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-092702

(43)Date of publication of application : 10.04.1998

(51)Int.CI. H01L 21/02
// H05H 3/00

(21)Application number : 08-268028

(71)Applicant : AGENCY OF IND SCIENCE &
TECHNOL

(22)Date of filing : 18.09.1996

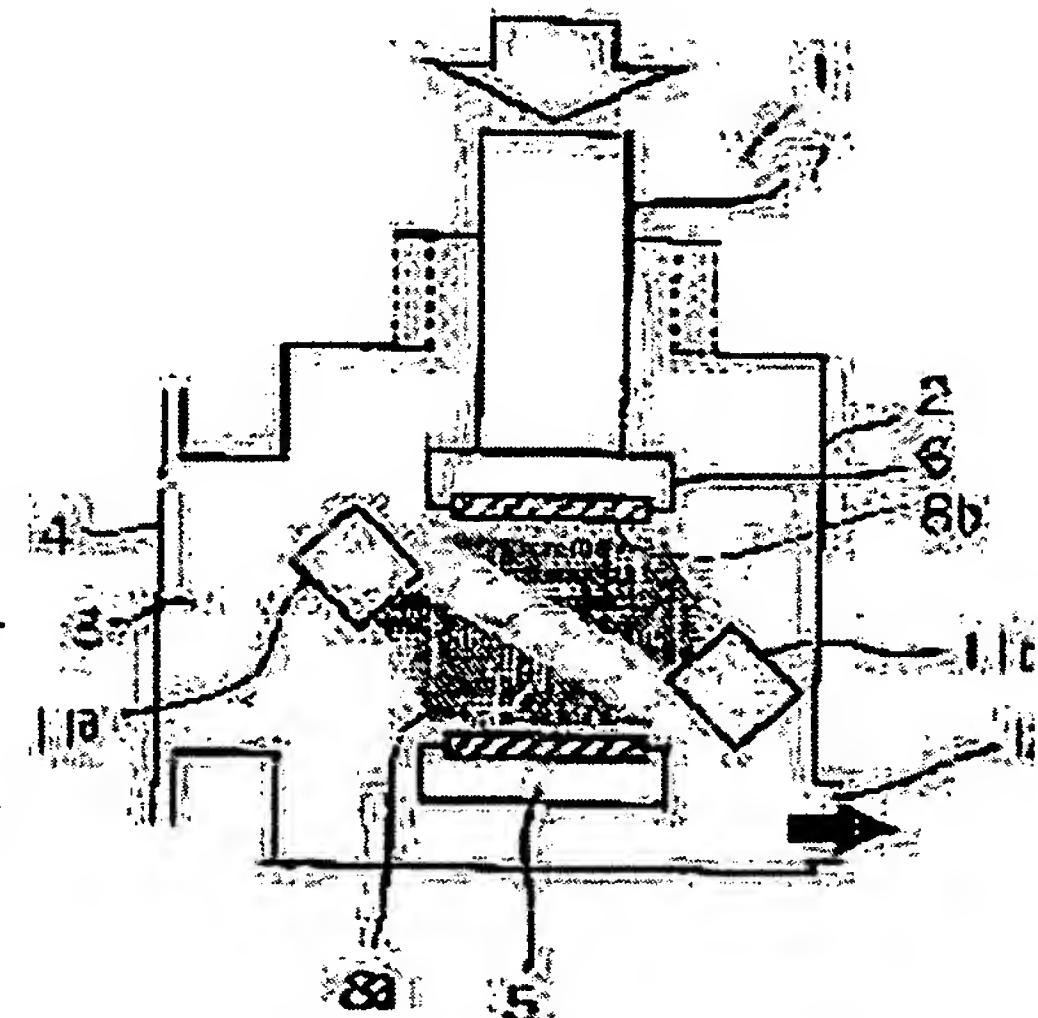
(72)Inventor : TAKAGI HIDEKI
MAEDA RYUTARO
KIKUCHI KAORU
SUGA TADATOMO
TEI TAKURIYUU

(54) METHOD FOR NORMAL-TEMPERATURE JUNCTION OF SILICON WAFER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize large junction strength and eliminate the necessity for pressing by load and heat treatment by irradiating the junction surface of silicon wafers with an inert gas ion beam or an inert gas high-speed atomic beam at a room temperature in a vacuum prior to junction.

SOLUTION: Junction surfaces of wafers 8a, 8b to be joined are cleaned. The wafers 8a, 8b after cleaning and drying are installed in a vacuum chamber 2. The wafers 8a, 8b are then mounted on a pair of wafer-holding members 5, 6. Then, the pressure in the vacuum chamber 2 is reduced. Subsequently, sputter etching is carried out by irradiating the junction surfaces of both the wafers 8a, 8b with an inert gas ion beam or an inert gas high-speed atomic beam at a room temperature for 10 to 1800 seconds, and more preferably for 10 to 30 seconds.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.09.1996
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number] 2791429
[Date of registration] 19.06.1998
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS**[Claim(s)]**

[Claim 1] The ordinary temperature conjugation method of the silicon wafer characterized by being the approach of joining a silicon wafer and a silicon wafer, irradiating the plane of composition of both silicon wafers, and carrying out sputter etching in the vacuum of a room temperature in advance of junction by the inactive gas ion beam or the inert gas high-speed atomic beam [claim 2] The irradiation time of said exposure is the ordinary temperature conjugation method [claim 3] of the silicon wafer according to claim 1 characterized by being 1800 seconds from 1 seconds. The irradiation time of said exposure is the ordinary temperature conjugation method [claim 4] of the silicon wafer according to claim 1 characterized by being 30 seconds from 10 seconds. The applied voltage of the beam source of said inactive gas ion beam or an inert gas high-speed atomic beam is the ordinary temperature conjugation method [claim 5] of the silicon wafer according to claim 1 characterized by being 0.1-3kV. The amount of etching said sputter etching is the ordinary temperature conjugation method [claim 6] of the silicon wafer according to claim 1 characterized by being 1nm - 40nm. Said vacuum is the ordinary temperature conjugation method [claim 7] of the silicon wafer according to claim 1 characterized by being 10 to 3 or more torrs. The ordinary temperature conjugation method of the silicon wafer characterized by being the approach of joining a silicon wafer and a silicon wafer, irradiating the plane of composition of both silicon wafers for 1800 seconds from irradiation time 10 second by the inactive gas ion beam or inert gas high-speed atomic beam whose applied voltage and plasma currents of each beam source are 1.2kV and 20mA in the vacuum of 10 to 3 or more torrs of a room temperature, and laying it on to each other after an appropriate time

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the conjugation method of a silicon wafer. This technique is applicable to the assembly of the electronic parts created with the ultra-fine processing technology of a semiconductor, and a machine part, and closure.

[0002]

[Description of the Prior Art] In manufacture of the chip of an integrated circuit, the components for micro machine etc., it may be necessary to join the detailed components which consist of silicon. In such a case, as shown in drawing 7 as the conventional junction approach, hydrophilization processing of the plane of composition of silicon components is carried out using water-soluble chemicals, such as $H_2O_2 + H_2SO_4$. Give a hydroxyl group, it is made to join based on association between the hydroxyl group of the plane of composition, and a water molecule, and the treatment is raising bonding strength further (refer to the direct adhesion technique of Si wafer (application physics 60 (1991) 790)).

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the bonding strength at the time of contact had been acquired by giving a hydroxyl group on the surface of a wafer, the reinforcement in this phase was small, association by hydrogen bond needed to be changed into firmer association by heat treatment, and heat-treatment was required for this conventional junction approach for this reason. However, since these heat-treatment has a possibility of damaging the components by which micro processing was carried out, acceleration of contact in the plane of composition by the load with push, electrostatic attraction, etc. is needed at the time of . to which application might be restricted, and junction, and application is restricted from the possibility of breakage of the components which carried out micro processing of the ***** similarly. Since it is such, development of the junction technique of silicon wafer which does not need forcing or heat-treatment by the load is desired. It aims at offering the junction approach of the silicon wafer which this invention is made in view of the situation like the above, and has big bonding strength, and does not need forcing or heat-treatment by the load.

[0004]

[Means for Solving the Problem] Corresponding to this object, the ordinary temperature conjugation method of the silicon wafer of this invention is the approach of joining a silicon wafer and a silicon wafer, and is characterized by irradiating the plane of composition of both silicon wafers, and carrying out sputter etching in the vacuum of a room temperature, in advance of junction, by the inactive gas ion beam or the inert gas high-speed atomic beam.

[0005]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the drawing in which the gestalt of 1 operation of the detail of this invention is shown is explained. The wafer junction equipment first used by the wafer junction approach of this invention is explained. In drawing 1 , 1 is wafer junction equipment. Wafer junction equipment 1 has the vacuum chamber 2. The wafer receipts-and-payments opening 3 of the vacuum chamber 2 can be opened and closed by the door 4. The wafer attachment components 5 and 6 of the couple counter and located in the vacuum chamber 2 are arranged. One wafer attachment component 5 is being fixed in the vacuum chamber 2, and the wafer attachment component 6 of another side is attached in the soffit of a push rod 7. the condition that the push rod 7 maintained the airtight of the vacuum chamber 2 -- a straight line -- wafer 8b of another side which it was movable and was held c

be contacted to wafer 8a of another side held at one wafer attachment component 5.

[0006] Furthermore in the vacuum chamber 2, two beam irradiation equipment 11a and 11b is arranged. One beam irradiation equipment 11a is for irradiating one HAWAHA 8a, and beam irradiation equipment 11b of another side for irradiating wafer 8b of another side. Whenever [over each wafer / illuminating-angle] is adjustable. The vacuum of the vacuum chamber 2 lets the evacuation opening 12 pass, and is formed by the vacuum pump (not shown).

[0007] Thus, the constituted wafer junction equipment 1 is used and the wafer junction approach of this invention is made as follows. The plane of composition of the wafers 8a and 8b joined first is washed. The content of washing actuation is the same as the processing currently used with the conventional wafer junction technique. UAEHA 8a and 8b after washing and desiccation is installed in the vacuum chamber 2, and it attaches in the wafer attachment components 5 and 6 of a couple. Next, the inside of the vacuum chamber 2 is decompressed. Extent of reduced pressure is 10 to 3 or more torrs. Next, it irradiates from 10 seconds at a room temperature, the plane of composition of both wafers 8a and 8b is irradiated for 30 seconds from 10 seconds especially preferably for 1800 seconds by the inactive gas ion beam or the inert gas high-speed atomic beam, and sputter etching is carried out. In this invention, has meaning with this very important irradiation time. The applied voltage and the plasma currents of the beam source of this high voltage inactive gas ion beam or an inert gas high-speed atomic beam are 0.1-3.0kV and 1-50mA for example, although it is considerably dependent on the source of a beam to be used. The amount of etching of sputter etching is 1nm - 40nm. Next, after an exposure, a push rod 7 is lowered and the plane of composition of Wafers 8a and 8b is piled up. It is not an important element to pressurize both the wafers piled up in this invention. Junction of a silicon wafer is completed by this.

[0008]

[Example(s) of Experiment]

(Experiment facility) The sample as shown in drawing 3 was started and used by the diamond saw from the 4 inch type silicon wafer of about 20-ohmcm. It operated orthopedically in the plat-form configuration with a stage, and the sample lost the effect of an edge to adhesion. KOH etching performed this configuration by using the heat oxygen film as a mask. This sample was washed in advance of junction after etching. The content of washing actuation is the same as the hydrophilization processing currently used with the conventional wafer junction technique. It installed the vacuum devices which show a sample to drawing 2, and the inside of vacuum devices was decompressed to 1x10-8torr, after an appropriate time was made to generate an argon high-speed atomic beam as the two-set beam source using FAB110 (Ion Tech Ltd. company (Britain) make), and the plane of composition of a sample was irradiated. The applied voltage and the plasma currents of each beam source were 1.2kV and 20mA. 45 degrees and irradiation time changed whenever [beam illuminating-angle] from 10 seconds to 1800 seconds.

[0009] (Experimental result) Drawing 4 is the graph in which pulling and showing the result of a trial. Although both do not join a sample so then into a vacuum ambient atmosphere for several hours, both are joined when an argon beam is irradiated for at least only 10 seconds. The thing of the maximum bond strength was a thing of the exposure for 30 seconds. When irradiation time surpasses 30 seconds in the relation between irradiation time and bond strength, a big difference does not have the thing of an exposure in bond strength for 300 seconds. If 300 seconds is surpassed, bonding strength will fall rather. This bonding strength is almost the same as the bonding strength in the wet method which needs 900-1100-degree C heating of a conventional method. In the case of junction, it is unnecessary in addition of a load. The relation of the load and bonding strength to add is shown in drawing 5. Bonding strength is almost changeless in the range of load 0.025Mpa-1.8Mpa so that clearly from drawing 5, and this value is almost the same as the bonding strength obtained with the wet method which needs 1100-degree C heating of a conventional method. It is clear to the bonding strength of this approach from this that addition's of a load it is not a big element.

[0010]

[Effect of the Invention] By giving the bonding strength for removing in a vacuum adsorption gas, natural oxidation film, etc. which exist on the surface of a wafer by the junction approach of silicon UAEHA this invention by etching a wafer front face with inert gas beams, such as an argon, and joining them to a front face, and piling this up in a vacuum using the front face of a wafer being dramatically smooth, it nothing-heats, and it is non-energized and a wafer comrade can be joined. By the junction approach of the wafer this invention, as shown in drawing 6, since neither a water molecule nor an oxide film exists in a front face in order to etch with inert gas beams, such as an argon, but junction between the atoms of a wafer is formed, the plane of composition of a silicon wafer can form fi

junction in ordinary temperature. For this reason, it is applicable also to the junction of components to which forcing and heat-treatment by the load can cause breakage and by which micro processing was carried out. According to the invention a passage clear from the above explanation, the junction approach of the silicon wafer which has big bonding strength and does not need forcing or heat-treatment by the load can be acquired.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The configuration explanatory view showing silicon wafer junction equipment

[Drawing 2] The configuration explanatory view showing the experimental device of silicon wafer junction

[Drawing 3] Drawing showing a sample

[Drawing 4] The graph showing the result of a hauling trial

[Drawing 5] The graph showing the relation of the load and bonding strength to add

[Drawing 6] The explanatory view showing the principle of junction of the silicon wafer of this invention

[Drawing 7] The explanatory view showing the principle of junction of the conventional silicon wafer

[Description of Notations]

1 Wafer Junction Equipment

2 Vacuum Chamber

3 Wafer Receipts-and-Payments Opening

4 Door

5 Six Wafer maintenance pair member of a couple

7 Push Rod

8a, 8b Wafer

11a, 11b Beam irradiation equipment

12 Evacuation Opening

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.